

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-155091

(43)Date of publication of application : 06.06.2000

(51)Int.Cl.

G01N 21/17  
A61B 5/107  
G01N 21/35

(21)Application number : 10-331260

(71)Applicant : OMRON CORP

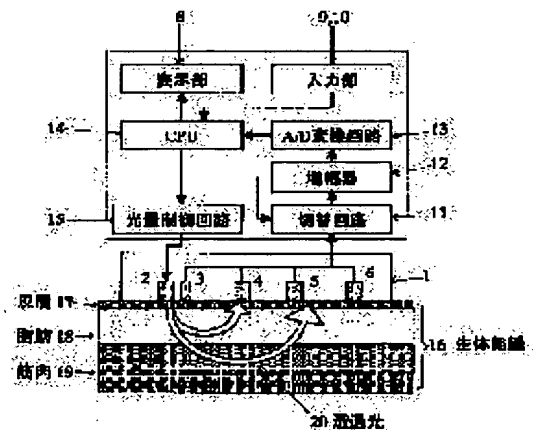
(22)Date of filing : 20.11.1998

(72)Inventor : OGURA TOSHIHIKO  
TANABE KAZUHISA**(54) SUBCUTANEOUS FAT MEASURING DEVICE, NEAR INFRARED BIOLOGICAL MEASURING DEVICE AND NEAR INFRARED BIOLOGICAL MEASURING METHOD**

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To measure subcutaneous fat thickness with high precision without being affected by the difference in the color of the skin.

SOLUTION: In this measuring method, a light transmitting element 2 and light receiving elements 3, 4, 5, 6 are arranged on a straight line on the skin 17, near infrared rays are emitted from the light transmitting element 2, the transmitted light through a fat layer 18 is received by the light receiving elements 4, 5, 6, and the received light quantities of them are fed to a CPU 14 via a switching circuit 11, an amplifier 12 and an A/D converter 13. When the received light quantities of the light receiving elements 4, 5, 6 are estimated, the received light quantities of the light receiving elements 4, 5, 6 due to the difference in the skin color are corrected by the received light quantity of the light receiving element 3 nearest to the light transmitting element 2.

**LEGAL STATUS**

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision]

decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-155091

(P2000-155091A)

(43) 公開日 平成12年6月6日 (2000.6.6)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード* (参考)
G 0 1 N 21/17		G 0 1 N 21/17	6 1 0 2 G 0 5 9
A 6 1 B 5/107		21/35	Z 4 C 0 3 8
G 0 1 N 21/35		A 6 1 B 5/10	3 0 0 Q

審査請求 未請求 請求項の数12 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平10-331260

(22) 出願日 平成10年11月20日 (1998. 11. 20)

(71) 出願人 000002945

オムロン株式会社

京都府京都市右京区花園土堂町10番地

(72) 発明者 小椋 俊彦

京都市右京区山ノ内山ノ下町24番地 株式

会社オムロンライフサイエンス研究所内

(72) 発明者 田部 一久

京都市右京区山ノ内山ノ下町24番地 株式

会社オムロンライフサイエンス研究所内

(74) 代理人 100084962

弁理士 中村 茂信

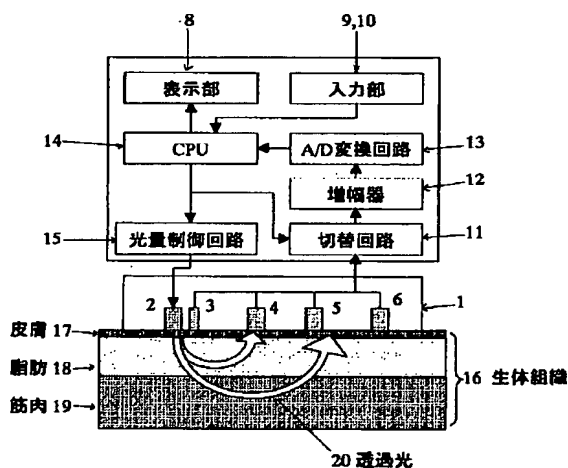
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 皮下脂肪測定装置、近赤外生体計測装置及び近赤外生体計測方法

(57) 【要約】

【課題】 皮膚の色の相違等の影響を受けることなく、高精度に皮下脂肪厚の測定を行う。

【解決手段】 皮膚17上に、送光素子2、受光素子3、4、5、6を一直線上に配置し、送光素子2からの近赤外を発生し、脂肪層18の透過光を受光素子4、5、6で受光し、これらの受光量を切替回路11、増幅器12、A/D変換器13を介して、CPU14に取込み、各受光素子4、5、6の受光量を推定するに際し、送光素子2の直近の受光素子3の受光量で、皮膚色差による各受光素子4、5、6の受光量を補正する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】複数個の異なる光路長が得られるように配置された少なくとも 1 個の送光素子と複数個の受光素子、あるいは複数個の送光素子と少なくとも 1 個の受光素子と、前記受光素子の受光量を、受光量と脂肪厚とのキャリブレーションカーブに適用して脂肪厚を推定する脂肪厚推定手段とを備え、少なくとも 1 組の送光素子と受光素子の受光量より、他の送光素子と受光素子の組の受光量を補正する受光量補正手段を備えたことを特徴とする皮下脂肪厚測定装置。

【請求項 2】前記補正用受光素子と送光素子の距離が 1 ～ 6 mm であることを特徴とする請求項 1 記載の皮下脂肪厚測定装置。

【請求項 3】前記送光素子が発光ダイオードであることを特徴とする請求項 1 記載の皮下脂肪厚測定装置。

【請求項 4】前記送光素子が近赤外光を発する素子であることを特徴とする請求項 1 記載の皮下脂肪厚測定装置。

【請求項 5】前記キャリブレーションカーブが飽和型であり、そのカーブの形状を前記少なくとも 1 組の素子孔素子と受光素子の受光量から決定することを特徴とする請求項 1 記載の皮下脂肪厚測定装置。

【請求項 6】前記受光量補正手段は、1 組の送光素子と受光素子の受光量で皮膚吸光度を求め、この吸光度により、他の送光素子と受光素子の受光量を補正することを特徴とする請求項 1、請求項 2、請求項 3、請求項 4 又は請求項 5 記載の皮下脂肪厚測定装置。

【請求項 7】前記受光量補正手段は、1 個の送光素子と複数個の受光素子のうち、所定の受光素子の受光量が一定となるように、送光素子の光量を調整するものであることを特徴とする請求項 1、請求項 2、請求項 3、請求項 4 又は請求項 5 記載の皮下脂肪厚測定装置。

【請求項 8】前記送光素子の光量調整は、前記所定の受光素子の受光量を  $A/D$  変換したデータに基づいて調整することを特徴とする請求項 7 記載の皮下脂肪厚測定装置。

【請求項 9】前記送光素子の光量調整は、前記所定の受光素子の受光量をアナログ的にフィードバックして制御することを特徴とする請求項 7 記載の皮下脂肪厚測定装置。

【請求項 10】前記送光素子及び受光素子は送受光プローブとして形成され、この送受光プローブと、演算部を含む本体が一体に構成されたものであることを特徴とする請求項 1 記載の皮下脂肪厚測定装置。

【請求項 11】複数個の異なる光路長が得られるように配置された少なくとも 1 個の近赤外光送光素子と複数個の近赤外光受光素子、あるいは複数個の近赤外光送光素子と少なくとも 1 個の近赤外光受光素子と、前記受光素子の受光量に基づいて、生体データを推定する推定手段とを備え、

少なくとも 1 組の近赤外光送光素子と近赤外光受光素子の受光量より、他の近赤外光送光素子と近赤外光受光素子の組の受光量を補正する受光量補正手段を備えたことを特徴とする近赤外生体計測装置。

【請求項 12】少なくとも 1 個の近赤外光送光素子と複数個の近赤外光受光素子、あるいは複数個の近赤外光送光素子と少なくとも 1 個の近赤外光受光素子を複数の異なる光路長が得られるように配置し、前記受光素子の受光量に基づいて、生体データを推定する近赤外生体計測方法において、

少なくとも 1 組の近赤外光送光素子と近赤外光受光素子の受光量より、他の近赤外光送光素子と近赤外光受光素子の組の受光量を補正するようにしたことを特徴とする近赤外生体計測方法。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、例えば皮下脂肪厚測定装置等の近赤外生体計測装置及び近赤外生体計測方法に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、皮下脂肪厚の測定方法として、キャリバー法や超音波法が知られている。キャリバー法は皮下脂肪厚を指で摘み、その厚さを物理的に計測する方法であり、例えば特開平 9-322889 号では、測定部位に電気的検出装置を付加し、自動的に計測する装置が提案されている。また、超音波法は、生体内に超音波を送信し、反射エコーから皮下脂肪厚を測定する手法であり、超音波診断装置を用いた計測や一般向けの製品も多数存在する。さらに、体脂肪率の計測では、特表平 4-500762 号のように近赤外光を用いて、その吸光特性から体脂肪率を推定する方法も実用化されている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】上記した従来のキャリバー法は、皮膚の摘み方により測定値が異なり、計測者によるバラツキが大きい。さらに、拘束感が強く、被験者に対する負担が大きいなどの問題点がある。超音波法では、Bモード断層像により皮下脂肪厚を視覚的に観測でき、その値も比較的正確であるが、装置が高価であり、計測に専門的な知識を必要とするため一般的でない。また、一般家庭向けの Aモードによる製品も市販されているが、測定時に石鹸水や計測用ジェルを塗布する必要があるため、ユーザビリティが悪い。さらに、測定精度も 1 地点から超音波を入射し、同じ地点から受信するため、生体内で複雑に反射した信号から皮下脂肪厚の情報を分離することが難しく、Bモードによる計測装置と比較して信頼性が悪い。

【0004】近赤外光による体脂肪率計もあるが、この機器の構成では、極狭い範囲の皮下脂肪のみを計測するだけで、物理量としての皮下脂肪厚を測定することはで

きない。生体における近赤外特性の測定は、皮膚表面に接地した送光素子と受光素子により行われるため、入射部分と検出部分の皮膚を近赤外光が透過することになる。皮膚の色は各個人ではもちろんのこと、同一人物においても異なり、太陽光の照射の機会が多い前腕と腹部では、明らかに異なる色をしている人が多い。皮膚の色はメラニン色素によるものであり、メラニン色素は950nmの近赤外領域まで吸光特性がある。さらに、皮膚の厚さや吸収・散乱特性は、各個人においても異なっている。こうした皮膚色差や、吸光・散乱特性の違いが、近赤外特性の計測に影響を及ぼし、測定精度を低下させる原因となっていた。

【0005】この発明は上記問題点に着目してなされたものであって、皮膚の色の相違等の影響を受けることなく、高精度な測定が可能な皮下脂肪厚測定装置、近赤外生体計測装置及び近赤外生体計測方法を提供することを目的としている。

【0006】

【課題を解決するための手段】この発明の皮下脂肪厚測定は、複数個の異なる光路長が得られるように配置された少なくとも1個の送光素子と複数個の受光素子、あるいは複数個の送光素子と少なくとも1個の受光素子と、前記受光素子の受光量を、受光量と脂肪厚とのキャリブレーションカーブに適用して脂肪厚を推定する脂肪厚推定手段とを備え、少なくとも1組の送光素子と受光素子の受光量より、他の送光素子と受光素子の組の受光量を補正するようにしている。

【0007】また、この発明の近赤外生体計測装置は、複数の異なる光路長が得られるように配置された少なくとも1個の近赤外光送光素子と複数個の近赤外光受光素子、あるいは複数個の近赤外光送光素子と少なくとも1個の近赤外光受光素子と、前記受光素子の受光量に基づいて、生体データを推定する推定手段とを備え、少なくとも1組の近赤外光送光素子と近赤外光受光素子の受光量より、他の近赤外光送光素子と近赤外光受光素子の組の受光量を補正する受光量補正手段を備えている。

【0008】これらの装置は、補正用として、送光素子の近傍に受光素子を設けることにより、生体、皮膚の近赤外透過特性を求めることができ、その値を用いて皮膚色差の影響を補正する。近接の素子を用いない場合に比べて、個人差にバラツキや部位によるバラツキを抑えることができ、より高精度の計測が可能となる。

【0009】

【発明の実施の形態】以下、実施の形態により、この発明をさらに詳細に説明する。図1は、この発明の一実施形態である皮下脂肪厚測定装置1の下面図、図2は同斜視図である。ここでは、送受光プローブ1aに、1個の送光素子（発光ダイオード）2と、4個の受光素子（フォトダイオード）3、4、5、6が直線上に配置されている。送光素子2と各受光素子3、4、5、6の距離

は、送光素子2と受光素子3の距離が5mm、送光素子2と受光素子4の距離が20mm、送光素子2と受光素子5の距離が40mm、送光素子2と受光素子6の距離が80mmに設定されている。受光素子3は皮膚の吸光特性を得るためのものであり、発光素子からの距離が1～6mmの範囲で設定するのがよい。また、受光素子4、5、6は皮下脂肪厚の情報を得るためのものであり、厚い皮下脂肪厚まで測定するためには、送受光間距離を長くする必要があり、薄い皮下脂肪厚を精度よく測定するためには、送受光間距離を短くする必要がある。送光素子2として、近赤外発光ダイオードが使用され、受光素子3、4、5、6として、近赤外フォトダイオードが使用される。ここで送受光間距離を20、40、80mmとしたが、より多くのセンサを配置してもよく、その送受光間距離も計測目的に応じて適当に選択してもよい。送受光プローブ1aの送光素子2、受光素子3、4、5、6の周囲に遮光材7が配されている。

【0010】装置本体1bの上面に、表示部8、入力ボタン9及び測定ボタン10を備えており、内部に回路部を備えている。図3は、上記実施形態皮下脂肪測定装置の回路構成を示すブロック図である。この実施形態皮下脂肪測定装置は、送光素子2、受光素子3、4、5、6の他、受光素子3、4、5、6のいずれの出力を取り込むか選択するための切替回路11、受光信号を増幅する増幅器12、A/D変換回路13、CPU14及び送光素子を駆動し、光量を制御する光量制御回路15を備えている。

【0011】送光素子2より照射された近赤外光は、生体組織16を透過し、各位置の受光素子3、4、5、6に受光される。各受光素子の受光強度の計測は、切替回路11により選択され、増幅回路12により低インピーダンス信号に初段増幅した後、A/D変換回路13によりデジタル信号に変換される。この値をCPU14が受信し、皮下脂肪厚の推定処理が行われる。ここでは、切替回路11により受光素子3、4、5、6を選択したが、より高速に受光処理を行う場合は、個別に増幅器とA/D変換回路を設け、同時に計測してもよい。

【0012】CPU14は、デジタル変換された受光量を受信し、これをもとに皮下脂肪量を推定する。さらに、送光素子近傍の受光量を用いて受光センサ感度が最適となるよう発光量を調節する。あるいは、受光量が一定となるよう光量を調節する。推定された皮下脂肪厚は表示部8で表示される。図4は、受光素子3の受光量をA/D変換せずに、直接光量制御回路15にフィードバックする場合の構成である。この場合は、CPU14が設定値を光量制御回路15に送り、光量が一定値となったところで受光素子4、5、6の受光量を測定する。

【0013】図5は、皮下脂肪厚に対する受光量を示しており、送受光間距離5mmでは、皮下脂肪厚5mm以上で受光量が飽和する。他の受光素子に関しては、それ

それが送受光間距離のおよそ半分の皮下脂肪厚で飽和している。皮下脂肪厚はこうした各受光素子の皮下脂肪厚依存の受光量変化より推定される。しかし、図5は皮膚の色差や、血液量変化による散乱・吸収特性の変動を無視したもので、実際の測定にはこれらの変動要因が影響を及ぼしている。図6は、皮膚の色差を考慮した場合の受光特性であり、皮膚の色が白い人は受光量の飽和値が高く（図6のa、図7参照）、色の黒い人は皮膚による吸収があるため（図6のb、図8参照）飽和値が低くなる。こうした皮膚色差による受光量差を考慮にいれず、皮下脂肪厚を推定した場合は、誤差が大きくなり、とても実用的ではない。したがって、なんらかの補正を行い、この影響を取り除く必要がある。

【0014】本発明は、皮膚の色差や血液量による影響を効果的にかつ簡便に除去する方法に関するものである。皮膚色差の影響は、全ての送受光間距離において観測されるが、送受素子近傍のセンサでは、皮膚内を透過した光がほとんどであるため、より皮膚色差の影響が顕著に現れる。一方、送受光間距離が長くなるに従い、皮膚の下部組織を透過する光が増すため、皮下脂肪厚変化と皮膚の影響が重なり合ったものとなる。そのため、送受光間距離が短い受光素子の受光量の値を用いて、その他の受光量を補正する必要がある。図5、図6では、皮下脂肪厚に依存した各距離の受光量変化を示した。その受光量変化は、飽和型の特性を持つため、皮下脂肪厚を推定するためには、飽和型関数をキャリブレーションに用いる必要がある。こうした関数には、ミカエリスメンテン型関数やシグモイド関数などがある。図9はミカエリスメンテン型の関数によるキャリブレーションカーブを示したもので、この関数は、

【0015】

【数1】

$$I = c \frac{F^3}{a^3 + F^3} + b \text{ で表され}$$

【0016】a、b、cの定数により成り立っている。定数aは、受光量が半分となる時の皮下脂肪厚値を示しており、送受光間距離が短い場合は小さく、長くなるにしたがい増加する。この値は、特定の送受光間距離においては一定となる。定数bは、受光量のシフト成分を示しており、計測上は暗電流や外乱光に対応する。

【0017】定数cは、最低値から最高値までの変化量を示しており、皮膚色差や血液量変化による受光量変化は、この定数を調節することで補正できる。図10は、皮膚吸光度に対するパラメータcの変化を示したもので、皮膚の吸光度が増すにしたがい、そのキャリブレーションカーブの定数cは減少する。しかし、その他の定数はほとんど変化しないため、皮膚吸光度の影響を補正するためには、定数cだけを変化させればよい。一方、送受光間距離の短い受光素子の値は、ほぼ皮膚吸光度に

対応している。図11は、皮膚吸光度に対する受光量変化を示したもので、皮下脂肪厚が3～40mmまでを重ね描きしているが、皮膚吸光度に依存した変化を示している。したがって、送受光間距離の短いセンサ値より皮膚吸光度を求め、これから定数cを設定すればよい。これにより、キャリブレーションカーブが決定され、送受光間距離20、40、80mmの各値より、皮下脂肪厚を推定することが可能となる。

【0018】他の実施形態として、送受光間距離が短いセンサの受光量を一定とするよう光量を調節し、20、40、80mmの受光量から皮下脂肪厚を推定する方法もある。図12、図13は、この方法の概略を示したもので、送光素子の光量を皮膚の白い場合に弱くし、黒い場合には強くする。これにより、皮膚の影響を取り除き、皮下脂肪厚依存の変化を、より顕著化させることができる。この方法では、皮膚の影響を測定の前段階で除去できるため、測定後の補正と比較して高精度の推定が可能となり、特別な演算処理も必要としない。また、各受光素子の受光量も一定の範囲内に調節することが容易である。

【0019】

【発明の効果】この発明によれば、1組の送光素子と受光素子の距離を近接とすることにより、皮膚の近赤外透過特性を求めることができ、その値を用いて皮膚色差の影響を補正できるので、従来に比し、個人差によるバラツキや部位によるバラツキを押さえることができ、高精度の計測が可能となる。また、人種間による皮膚差も同様にキャンセルできる。そのため本発明を適用した商品の世界中で使用することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の一実施形態である皮下脂肪測定装置の下面図である。

【図2】同実施形態皮下脂肪測定装置の斜視図である。

【図3】同実施形態皮下脂肪測定装置の回路構成を示すブロック図である。

【図4】この発明の他の実施形態皮下脂肪測定装置の回路構成を示すブロック図である。

【図5】皮下脂肪測定装置による皮下脂肪量と受光量の関係を示す図である。

【図6】皮膚色差に応じた皮下脂肪厚と受光量の関係を示す図である。

【図7】上記図6に関し、皮膚の色の白い人の光の生体内伝搬を示す図である。

【図8】上記図6に関し、皮膚の色の黒い人の光の生体内伝搬を示す図である。

【図9】上記実施形態皮下脂肪測定装置で使用するミカエリスメンテン型関数を示す図である。

【図10】皮膚吸光度と定数cとの関係を示す図である。

【図11】皮膚吸光度と受光量との関係を示す図であ

る。

【図12】実施形態皮下脂肪測定装置において、皮膚の色の白い人と黒い人の光の生体内伝搬を示す図である。

【図13】実施形態皮下脂肪測定装置における皮下脂肪厚と受光量の関係を示す図である。

【符号の説明】

2 送光素子

3、4、5、6 受光素子

\* 8

9、10

11

12

13

14

15

\*

表示部

入力部

切替手段

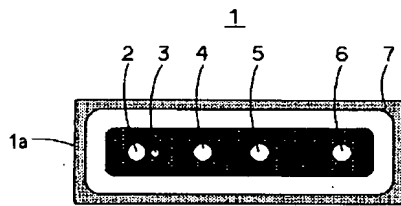
増幅器

A/D変換器

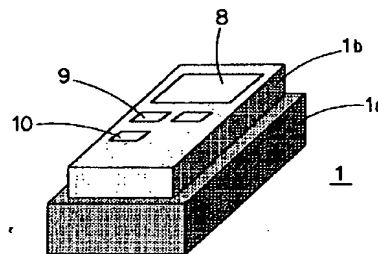
CPU

光量制御回路

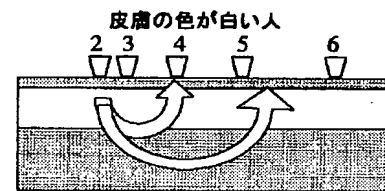
【図1】



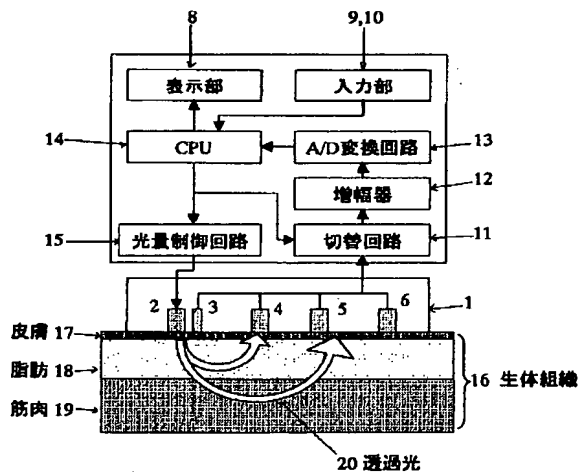
【図2】



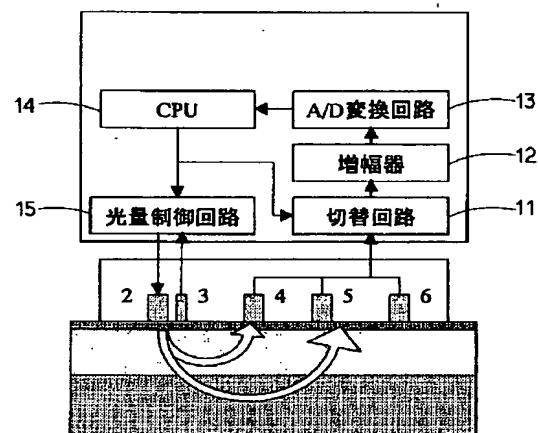
【図7】



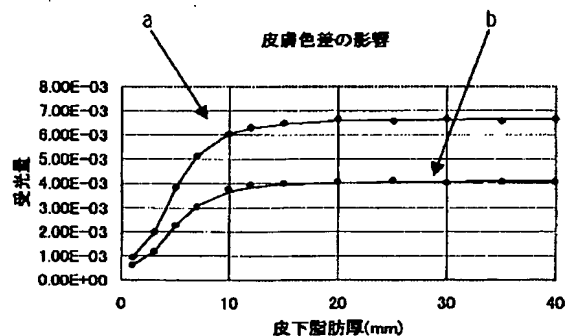
【図3】



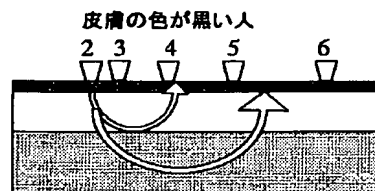
【図4】



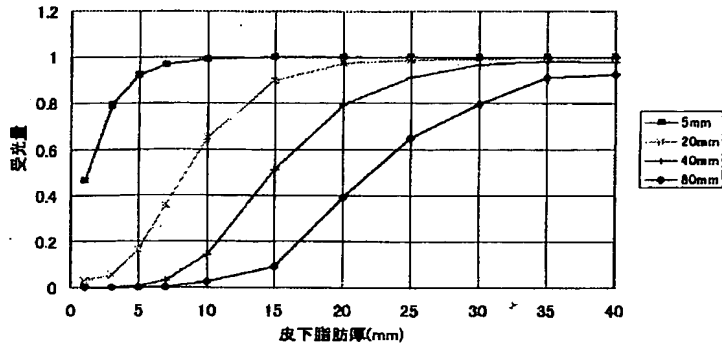
【図6】



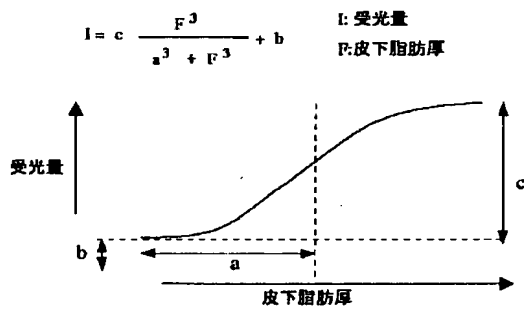
【図8】



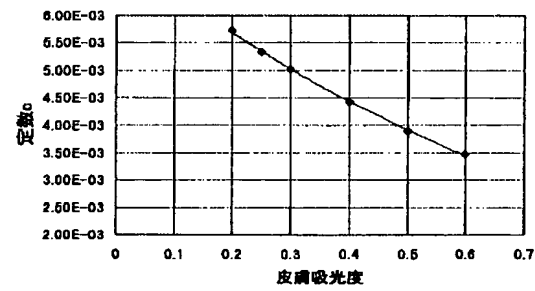
【図5】



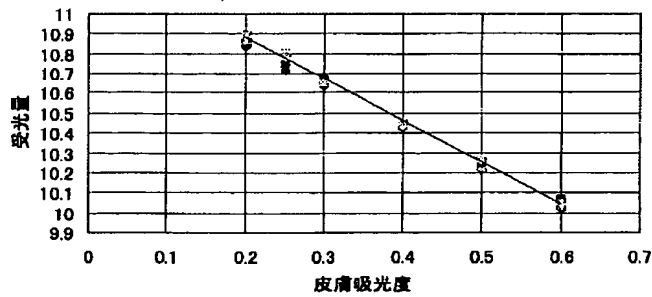
【図9】



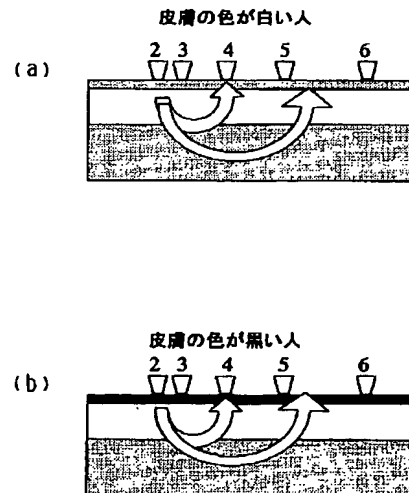
【図10】



【図11】

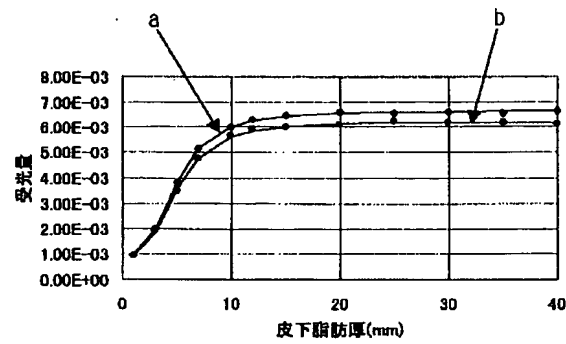


【図12】





【図13】



フロントページの続き

F ターム(参考) 2G059 AA01 BB12 CC16 EE02 FF06  
GG02 HH01 KK03 KK05 MM01  
MM12  
4C038 VB22 VC01